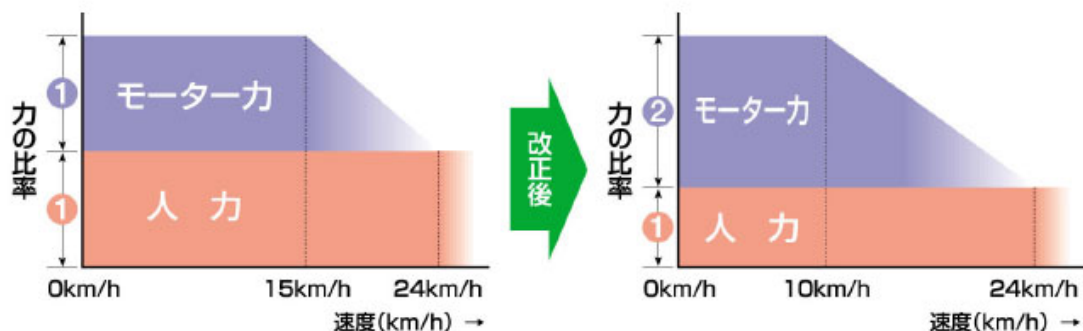
電動アシスト自転車のチューニングについて

１．目的

2008(平成 20)年 12 月 1 日より電動アシスト自転車の基準（レギュレーション）が緩和され、アシスト比率が１：１から２：１に変更されました。旧型車両の所有者としては「買い換えをせずにアシスト新基準に対応出来ないか。」と言う思いで、所有の自転車を改良することにしました。

新旧基準比較　図１

電動アシスト自転車は道路交通法施行規則により、アシスト比率（人力に対する原動機の力の比率）と速度との関係についての基準が定められており、旧基準では最大アシスト比率は、速度１５km/h 未満で１：１以下、１５km/h から２４km/h にかけてアシスト比率を漸減させ、２４km/h 以上の速度ではゼロとすることと規定されています。新基準では最大アシスト比率は速度１０km/h 未満で２：１以下、１０km/h から２４km/h にかけてアシスト比率を漸減させ、２４km/h 以上の速度ではゼロとすることと規定されています。筆者の購入動機は山間部で登坂が多く、環境問題、燃料高騰でマイカーからバイク、さらに健康志向で電動アシスト自転車へと目的を持った移動手段として購入した次第です。実際に乗ってみるとカタログのうたい文句通り、女性や高齢者など脚力の弱い方向けの自転車のようです。登坂は楽で良いのですが、普通自転車で気持ちの良い速度に到達するには賢明にペダルを漕なければならず、環境対策の乗り物としては速度特性も拡大して欲しいと思います。下記に特性評価を記載しますが、アシスト自転車の改造を幇助するつもりはありません。趣味の範囲で参考にして頂き、道路交通法施行規則に従って運用してもらいたいと思います。

２．電動アシスト自転車の性能比較（レギュレーションマージン）について

電動アシスト自転車の性能スペックについて、現状、製造メーカーより性能についてモータ出力以外は公表されていません。自動車のようにカタログへエンジン特性（出力、トルク）や、燃費（電力消費）が記載されれば、購入する側はかなり参考になると思います。自動車の場合は道路交通法以外のスペック（最高速、加速性能）まで記載されている場合もあります。又、スポーツ車にファミリーカーと共通のエンジンが

搭載されているか、それとものスポーツ特性のエンジンなのか、他社製品はどうなのか、などカタログの性能表で比較できます。普通自転車と比べ高価な電動アシスト自転車では、レギュレーションに準じた特性と記載されているだけで、他の車種と性能比較はできません。自転車産業振興協会で2004年の各社の銘柄について、安全性、性能、耐久性等についてテストし、さらに前回のテストからどのような改善がなされているかも併せて調べて、消費者に情報を提供することとした資料が閲覧できます。その中にアシスト比率について次の表１のような記載がありました。

| 銘柄 | 坂道相当勾配 | 走行速度[Km/h] | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 5 | 10 | 12 | 15 | 20 | 24 |
| WILL ELECTRIC BIKE | 2°（約3.5%） | 0.65 | 0.13 | 0.13 | 0 | 0 | 0 |
| | 4°（約7.0%） | 0.59 | 0.63 | 0.52 | 0 | 0 | 0 |
| リチウム・デラックスViVi | 2°（約3.5%） | 0.59 | 0.59 | 0.46 | 0 | 0 | 0 |
| | 4°（約7.0%） | 0.58 | 0.66 | 0.58 | 0 | 0 | 0 |
| NewPAS | 2°（約3.5%） | 0.64 | 0.76 | 0.72 | 0.16 | 0 | 0 |
| | 4°（約7.0%） | 0.72 | 0.74 | 0.64 | 0.07 | 0 | 0 |
| NewPAS リチウム | 2°（約3.5%） | 0.48 | 0.53 | 0.64 | 0.17 | 0 | 0 |
| | 4°（約7.0%） | 0.83 | 0.84 | 0.83 | 0.23 | 0 | 0 |
| エナクルSN | 2°（約3.5%） | 0.71 | 0.74 | 0.72 | 0 | 0 | 0 |
| | 4°（約7.0%） | 0.88 | 0.88 | 0.88 | 0 | 0 | 0 |

自転車産業振興協会テスト資料　表１

テスト時の運転モードは強又はパワーと記載されていました。変速位置が定かではありませんが、WILL ELECTRIC BIKE以外の機種は内装式３段と記載されており、内装３段のギヤ比で計算するとどの銘柄も最終減速位置（ハイギヤ側）と推測されます。するとマージンは確かに存在するように思われ、この範囲で改善した場合は、レギュレーション違反とならないように思われます。但し、製造メーカーの保証対象外の行為になります。

## ３．チューニング内容と評価

### ３－１クランク長さの改良

新旧基準は図１の力の比率がトルクであるなら、旧基準車両のクランク長を単純に２倍の長さにすれば新基準となる？しかし、旧基準車両のクランク長を２倍化した場合では、速度１０～１５km/h の範囲でのアシスト比がレギュレーションを上回る可能性があり、又JIS(JIS D 9301-2004 一般用自転車)で、ペダルの接地角は２５°以上と定められており、理屈的にクランク長の２倍化を断念し、変わりに標準品のクランク長１６５mmを長い物へ交換する事を検討した。市販品のクランク流用では右側クランクにはギヤを取り付けるアームが一体化されており、見た目と取り付けの問題が発生した。流用調査の中でスパイダアーム脱着式の四角穴コッターレスク

ランクの存在を知り流用することにした。ただ、四角穴コッターレスは旧タイプの形状の為、今後入手が困難になりそうである。

例１）クランク長１８０mmへ交換した場合の特性

165/180＝0.9167、0.9167:1＝1:1.091　約９％の特性がアップします。

問題のレギュレーションは、旧基準の速度とアシスト力を漸減させた場合と新基準の速度とアシスト力を漸減させた場合は表２のようになります。新基準と旧基準の補助率は２ですが、力率1.33が正しいように思えます。すると新基準は旧基準よりスペックダウンの疑惑が、どちらが正しいかは正直わかりません。

| | | 0Km/h | 5Km/h | 10Km/h | 12Km/h | 15Km/h | 18Km/h | 21Km/h | 24Km/h |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 旧基準 | | 1> | 1> | 1> | 1> | 1> | 0.667> | 0.333> | 0 |
| 新基準 | 補助 | 2> | 2> | 2> | 1.714> | 1.286> | 0.857> | 0.429> | 0 |
| | 力率 | 1.33> | 1.33> | 1.33> | 1.143> | 0.857> | 0.571> | 0.286> | 0 |
| クランク長 165→180 化 | | 1.091> | 1.091> | 1.091> | 1.091> | 1.091> | 0.727> | 0.374> | 0 |

アシスト比表　表２

例１）の改良では補助率では新基準の値より小さく、筆者の解釈ではレギュレーション違反でないように思われます。新基準車両のクランクを長くするとレギュレーション違反の可能性はあります。但し、前項２より同等のマージン（余裕）が存在すのならチューニングの範囲内に思えます。

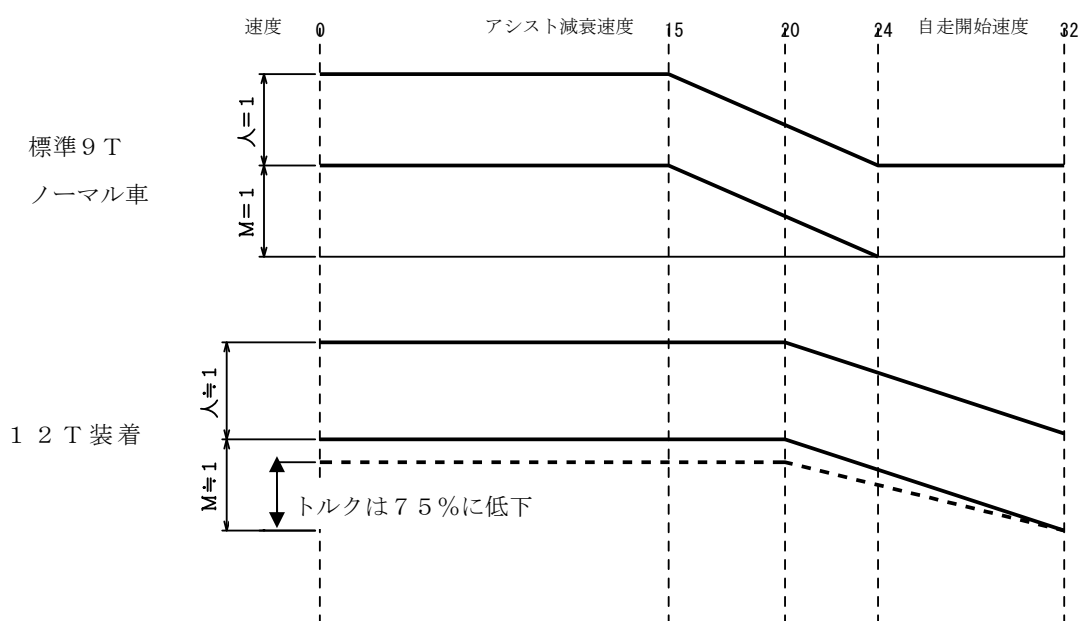
３－２アシスト装置スプロケット比の変更

下図の車両はクランク側に人力用のチェンリングと、補助モータの駆動に小スプロケットが設けられています。モータ補助力と人力の比率を１：１から２：１に変更するには、人力用のチェンリングを１／２比化すれば踏込みトルクは軽減される。しかし超低速の脚力の弱い方向けの仕様となりそうなので、補助モータ用スプロケットを1.33比大径化し、人力用を0.67比小径化した場合も同様に２：１の特性が得られると考えた。問題はモータの外部負荷許容となるが、新基準と旧基準の車両比較ではモータ出力は変わっていない。モータの制御法やアシスト装置の内部減速比等で仕様を変更

アシスト装置写真　図２

している可能性はある。動作原理はペダルを踏込みトルクが加わるとモータがアシストを始動しトルクが抜けるとモータが停止するようである。図２はヤマハ製のアシスト装置を搭載したＢＳ社の車両である。ヤマハ製では踏込みトルクが加わると、運転モードの強弱や変速機位置の諸条件で、定められた時間だけモータが駆動する制御が行われていた。一方、パナソニック製ではペダルを踏込みトルクが加わると、モータがアシストを始動しトルクが抜けると瞬時にモータは停止するようである。トルクが抜けない場合、モータは停止することなく回転を続けていた。アシストの強弱はモータの速度制御か電圧制御で設定している様に思われる。評価は補助モータ用スプロケットとクランク側のチェンリングの交換した場合を、別々に評価することにした。

ａ）補助モータ用スプロケット（以下アシストギヤ）について

ヤマハやパナソニックのアシスト装置はアシストギヤが１５×１３のインボリュートスプライン軸に取り付いている。歯数はどちらも９Ｔのスプロケットが使用されており、このギヤを試作した１２Ｔへ交換して走行テストを行った。漕ぎ出しと共に驚異的な加速を体感できた。さらにギヤを試作１４Ｔへ交換すると、漕ぎ出しのアシスト力（トルク）が減少したように感じられた。しかし一度加速してしまうと軽快で、２４km/hを越えてもアシストしているように感じられた。どうやらアシスト力は出力トルクではなく、ヤマハ製の場合ではアシストを時間制御で行っている事からもアシスト力は補助モータの仕事量と思われる。下記、図３は１２Ｔ装着時の特性図を表す。

アシストギヤを１２Ｔへ交換したときの特性図　図３

アシストギヤを１２Ｔへ交換するとモータのアシスト力が増えたと感じたが、実際はチェーンの送り出し量（進み量）が増加し、伝達トルクが低下すると推測され、モータの仕事量は１：１で変わりないと考えられる。乗り味が非常に良く感じられたのは、一漕ぎ当たりの進み量の増加に伴いアシストの速度領域も広がり、人の仕事量（漕ぎ）が減ったからである。新基準の２：１とは異なったアシスト比の増加となっていた。モータの仕事量の増加に伴い、バッテリーの消費は早くなった。
アシストギヤを８Ｔに交換した場合では、発進時にペダルに足をかけると強烈な蹴り返しを感じ、トルクが太くなった事を体感できた。ただ一漕ぎ当たりの進み量とモータの仕事量が減って目的地への到着時間が遅くなった。当然バッテリーの消費は改善された。ノーマルギヤから各ギヤへ交換した時の特性を推測すると表３の様になります。アシストギヤの大径化はアシスト速度範囲が上がり伝達トルクは減少し、アシストギヤの小径化はこれと逆になります。

| アシストギヤ歯数 | | ギヤ比（進み量） | トルク特性 | 理論アシスト漸減速度 | 理論アシストゼロ速度 |
|---|---|---|---|---|---|
| 交換後 | ノーマル | | | | |
| 15Ｔ | 9Ｔ | 1.67 | 60.0% | 25.0Km/h | 40.0Km/h |
| | 8Ｔ | 1.88 | 53.3% | 28.1Km/h | 45.0Km/h |
| 14Ｔ | 9Ｔ | 1.56 | 64.3% | 23.3Km/h | 37.3Km/h |
| | 8Ｔ | 1.75 | 57.1% | 26.3Km/h | 42.0Km/h |
| 13Ｔ | 9Ｔ | 1.44 | 69.2% | 21.7Km/h | 34.7Km/h |
| | 8Ｔ | 1.63 | 61.5% | 24.4Km/h | 39.0Km/h |
| 12Ｔ | 9Ｔ | 1.33 | 75.0% | 20.0Km/h | 32.0Km/h |
| | 8Ｔ | 1.50 | 66.7% | 22.5Km/h | 36.0Km/h |
| 11Ｔ | 9Ｔ | 1.22 | 81.8% | 18.3Km/h | 29.3Km/h |
| | 8Ｔ | 1.38 | 72.7% | 20.6Km/h | 33.0Km/h |
| 10Ｔ | 9Ｔ | 1.11 | 90.0% | 16.7Km/h | 26.7Km/h |
| | 8Ｔ | 1.25 | 80.0% | 18.8Km/h | 30.0Km/h |
| 9Ｔ | 9Ｔ標準車 | 1.00 | 100.0% | 15.0Km/h | 24.0Km/h |
| | 8Ｔ | 1.13 | 88.9% | 16.9Km/h | 27.0Km/h |
| 8Ｔ | 9Ｔ | 0.89 | 112.5% | 13.3Km/h | 21.3Km/h |
| | 8Ｔ標準車 | 1.00 | 100.0% | 15.0Km/h | 24.0Km/h |
| 7Ｔ | 9Ｔ | 0.78 | 128.6% | 11.7Km/h | 18.7Km/h |
| | 8Ｔ | 0.88 | 114.3% | 13.1Km/h | 21.0Km/h |

アシストギヤ交換時の特性表　表３

※９Ｔ車はパナソニック、ヤマハのアシスト装置に適応します。

※８Ｔ車はパナソニックの旧車両に存在します。

※特性評価でパナソニック製は許容負荷がノーマル比約150%辺りで、外部負荷に補助モータは負けてしまいます。ヤマハ製の方がモータの安全率は高いように思えた。

※後輪スプロケットを交換した車両は表３には該当しません。

ｂ）クランク側のチェンリングの交換

図４の様なスパイダアーム（チェンリング取付キット）製作し、チェンリングを交換して特性を評価した。図４は４４Ｔを装着した写真である。４５Ｔ以上は標準のチェーンカバーを取り外して走行テストを行った。

チェンリングユニット　図４

| ギヤ歯数 | アシスト比 | 備考 |
|---|---|---|
| 52T | 0.79 | |
| 50T | 0.82 | |
| 48T | 0.85 | |
| 46T | 0.89 | |
| 44T | 0.93 | |
| 42T | 0.98 | |
| 41T | 1.00 | ノーマル |
| 40T | 1.03 | |
| 38T | 1.08 | |
| 36T | 1.14 | |
| 32T | 1.28 | |

ギヤ交換時の特性表　表４

走行テストはチェンリングの大径化をするとギヤ比分だけアシスト比が下がり、小径化では逆に比率上がると感じられた。パナソニック製はトルク比例制御のため、踏込みトルクの加わる時間が長くなれば、モータの駆動時間も長くなり優位に働くはずだが、６０rpmのペダリング（ケイデンス）では効果を感じられなかった。チェンリング交換とアシストモータはトルクセンサ以外、制御に関係が無いように思われ、特性は表４の様に推測した。アシスト速度領域の変動も感じられなかった。

３－３後輪（リヤ）スプロケットの交換について

図５はノーマル車両の２０Ｔの写真です。後輪のスプロケットを小径化すると快適になるとネット上で見かけます。車両付属の取扱説明書には互換ギヤについての記載があり、これを参考に少スプロケットを用意し特性評価を行った。走行テストの結果より特性を表５のように推測した。

後輪スプロケット　図５

| 交換歯数 | 20T | 18T | 16T |
|---|---|---|---|
| アシスト比 | 1.00 | 0.90 | 0.80 |
| 理論アシスト漸減速度 | 15.0Km/h | 16.7Km/h | 18.8Km/h |
| 理論アシストゼロ速度 | 24.0Km/h | 26.7Km/h | 30.0Km/h |

後輪スプロケット交換特性　表５

後輪ギヤの小径化するとアシストギヤとの後輪ギヤの比率でアシスト速度領域が拡大します。当然、アシスト自転車のレギュレーションから外れます。又、ギヤ比の上昇に合わせ、脚力が必要になるためアシスト比は下がると推測した。

３－４アシストギヤの伝達性能評価

図６でメーカー車両より取り外した純正ギヤが左側（黒色）で、右側はISO 1395規格を参考にマシンカットで製作したオリジナルの高効率ギヤです。

図７は断面方向の比較写真です。純正ギヤは量産プレスの加工品で、まして非力な補助動力を９Ｔの少歯で伝達するには、伝達損出が発生すると考えた。図７では純正品の表面処理が剥がれ、チェーンローラと歯先が片当たりしている様子が見受け

歯先比較写真　図６

歯先比較写真　図７

られる。オリジナルのマシンカット品では、均一な形状をしている様子がわかります。伝達トルク試験でオリジナリ品は純正品に比べ１０％強の伝達性能が向上した。この両者のアシストギヤを使用し走行テストを行った。テスト方法は同じコースを定ギヤで速度約１５km/hの定置走行を行い、満充電したバッテリーが残量表示灯の一目盛りが消灯した時の走行距離（燃費）測定と、約５００mの平均勾配７％登坂コースで、変速ギヤを固定しタイムを測定し評価を行った。（表７）

| テスト内容 | 15km/h定値走行平均値 | タイムトライアル平均値 |
|---|---|---|
| 純正品 | 4.22km | 336秒 |
| オリジナル品 | 3.94km | 318秒 |
| 向上率 | 6.64% | 5.36% |

スプロケット比較走行テスト　表７

定値走行テストではオリジナル品の方が純正品に比べ、「走行距離が向上する。」と予想していたが、純正品の走行距離が優秀だった。どうして矛盾な結果となった理

由を推測すると、速度を一定に保つために漕ぎ量を弱く調節してしまい、人力の仕事量が減ってしまったと考えられた。よって向上率をプラスで表記した。又、登坂タイム測定では個人のばらつきが大きく、登り切れる変速ギヤの位置も個人差が出てしまい、３人×２回の６回平均では判断が難しく、３人の合計タイムの２回平均とした。伝達効率ほどの向上率とはなりませんが、５％以上の改善となりました。
自動車の燃費改善グッツと一緒で取付、投入後、エンジンの調子や性能が上がっていても、普段より調子が良い分アクセルを踏んでしまい結果、燃費に差を感じられない。こんなのと同じで効果については正直体感できませんでした。

４．チューニングについてのまとめ

電動アシスト自転車のアシスト新基準へ旧基準の車両をチューニングすることは現状容易にはできません。しかし、レギュレーションの緩和で少しは快適にする方法はあると思います。スプロケットチューンを行った場合は、必ずレギュレーションの範囲内に特性を収めなければいけません。この資料を参考にレギュレーションの範囲で自転車と言う趣味を楽しんで下さい。
製造メーカーや行政は環境に優しい次世代の乗り物として、原付バイク市場を視野に入れたレギュレーションや走行路の改善に取り組んで頂きたいと思います。
※自転車の法定速度は６０km/h、原付バイク（第一種）は３０km/h。

◎クランク長

改善効率＝交換後のクランク長÷標準のクランク長

◎　アシスト漸減速度（モータのアシスト力を漸減する開始速度）

改良アシストギヤ比＝交換後のアシストギヤ歯数÷標準のアシストギヤ歯数
改良後輪ギヤ比＝交換後の歯数÷標準の歯数
※内装式変速の場合とする。外装式変速機は最少歯数で計算のこと。

改良漸減速度＝標準漸減速度×改良アシストギヤ比×改良後輪ギヤ比
※　標準漸減速度は新基準車が１０km/h、旧基準車は１５km/hです。
※　改良漸減速度が各基準の速度を超えると公道での使用はできません。

◎　アシストゼロ速度（モータがアシストを停止する速度）

改良アシストゼロ速度＝標準アシストゼロ速度×改良アシストギヤ比×改良後輪ギヤ比
※　標準アシストゼロ速度は新基準、旧基準車ともに２４km/hです。
※　改良アシストゼロ速度が各基準の速度を超えると公道での使用はできません。

## チューニング（改造）について

・電動アシスト自転車の取り扱い説明書には、「タイヤなどの消耗品やアクセサリーなど部品は販売店に御相談の上、必ず純正部品を指定して取り付けてください。それ以外の市販品を使用しますと事故や故障の原因になります。また保証の適用が受けられない場合があります。」と記載されています。また、道路交通法施行規則に準じた運用をしない場合、使用者は法律で罰せられます。全て自己承諾で運用となります。法外の運用について、部品供給側の責任は一切負えません。
自己承諾の出来ない方は絶対に改造しないで下さい。

## アシストギヤの交換方法

### （1）　パナソニック系アシストギヤの交換

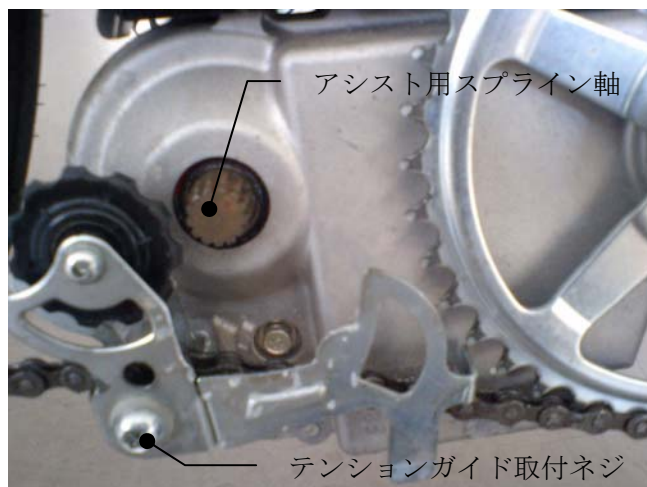
◎交換作業に必要な工具

1．プラスドライバー　クランクカバーを取り外すのに必要
2．六角レンチセット　アシストギヤガイドテンショナーの脱着用
3．スナップリングプライヤー　軸用Ｃ形止輪脱着工具（下記参照）

例）ホームセンターで一般に扱っているタイプです。

4．15T 取付時はプライヤーが必要です。

◎アシストギヤの交換手順

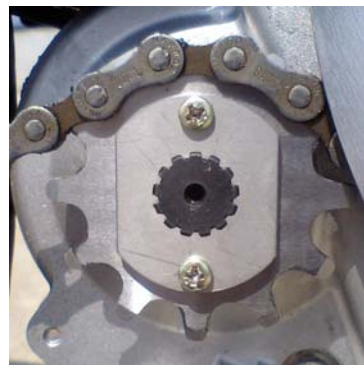
1．クランク部チェンカバーを取り外します。ペダル等は外さなくても可能です。

2．上図のテンションガイドの取付ネジを緩め、アシストスプロケットが露わになる

ようにします。テンションガイドはチェンに宙づり状態でも作業は可能です。

３．アシストギヤからチェンを外してください。

４．スプライン軸の軸用Ｃ形止輪（ストップリング）を専用工具で取り外します。

注）ストップリングはバネ性があるので脱着の際、紛失に注意下さい。

５．スプラインよりスプロケットを引き抜き交換します。

スプロケットの取付参考図　　　　　　　補強板の取付参考図

スプロケット取付けた後、補強プレートをスプライン軸へ被せます。スプラインは１３歯ですので取付穴は外周１箇所しか合いません。スプライン軸と補強プレートの取付穴を確認して付属のネジで固定して下さい。

６．４→１の逆手順で組み付ければ作業完了です。締結不足に注意下さい。

注１）内装式変速機車へ装着の場合はテンションで、チェンの張りが調整されます。アシストギヤ１３Ｔ以上の装着は外装式変速機でも、チェンのコマ足し又は交換が必要な場合が有ります。各車の取付状況に応じて対応下さい。

注２）１５Ｔ以上の取付では右図のように、テンション金具の変形が必要です。プライヤー等で簡単にできます。

テンション金具参考図

## （２）ヤマハ系ドライブスプロケットの交換

◎交換に必要な工具

１．プラスドライバー　チェンカバー類を取り外すのに必要。

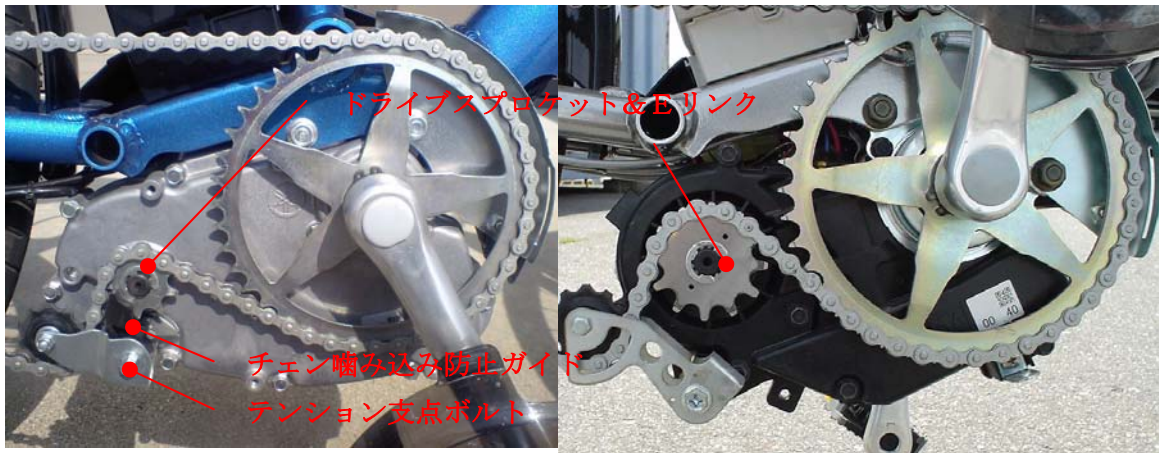
２．六角スパナセット　テンション支点軸を外すのに必要。

３．マイナスドライバー（大）軸用Ｅ形止輪（Ｅリング）を外すのに必要。

４．プライヤー　軸用Ｅ形止輪（Ｅリング）をはめる時に必要。

◎ドライブスプロケットの交換手順

１．クランク部チェンカバーとドライブスプロケット部カバーを取り外します。

注）カバーネジは脱落防止材が塗布されているのでネジナメに注意下さい。

リアルストリーム写真　　　　　　　　　　　　ＰＡＳ　シティ写真

２．上図リアルストリームではテンション支点ボルトを緩めテンションを取り外す必要があります。後で組み直す際、困らない様に、構造の確認特にテンションバネのフックの箇所は必ずチェックしておいてください。チェンをドライブスプロケットから外し、軸用Ｅ形止輪をマイナスドライバーでこじって取り外します。この際Ｅリングの飛散には注意下さい。特に屋外作業の場合は紛失に注意下さい。テンショナーはチェン宙づりで結構です。

上図ＰＡＳシティではテンションの取り外しは必要ありません。機種、年式バージョンによってユニットが異なります。状況に応じて作業して下さい。

３．スプライン軸よりドライブスプロケットを引き抜き交換してください。Ｅリングをプライヤーで軸にはめ込んでください。（左下図参照）

４．リアルストリームではテンション部のチェン噛み込みガイド（黒色エンプラ品）を取り外した状態で仮組して下さい。この時テンション支点ボルトは奥まで締め込まないで下さい。後でチェンが掛からなくなります。（上中図参照）

５．クランクを回転しながらドライブスプロケットにチェンを掛けて下さい。（上右図参照）どうしてもチェンが掛からない場合は後輪軸のナットとチェン調整ネジを緩めて軸間調整を行って下さい。（メーカー添付取扱説明書参考）次にテンション支点ボルトを締め込んで下さい。確実に増し締めを行って下さい。

６．カバー類を取り付ければ完了です。各箇所のネジ締結不足には注意を下さい。

（３）今までの試作バージョンの説明

特性試作βREV.1.0（12T）

特性評価用に JIS1802B 品準処にて製作。ワイヤーカット加工

特性試作βREV.1.1（12T,14T）

（前 REV からの変更点）

歯先径を JIS1802B へ対応。ＳＫからＳ５０Ｃへ材質変更。

加工方法をワイヤーカットからスリッタ加工へ変更。14T は耐久テスト用。

スプライン軸補強プレートの取付追加。9,10 速対応に歯幅を 2.2 から 2.0mm へ変更。

特性試作βREV1.2（11T,12T,13T,15T）

（前 REV からの変更点）

伝達効率の向上ため歯先形状を変更、規格を JIS1802B から ISO1395 へ変更しました。ヤマハ製アシスト装置ギヤとの共通化と QCD 検討。NC ワイヤーカット加工で製作。焼入れの問題で材料 SCM を検討しましたが SK 材としました。

アシストユニットの耐久テストは 15T 装着車で 1000km を越えました。

特性試作βREV1.3（9T,12T）量産試作（テスト終了後製品版となります。）

ノーマルスプロケット比較、バッテリー浪費 20%向上、高効率伝達スプロケット歯形の評価。同スプロケットによるチェンの噛み込み、歯飛び評価。

９Ｔ比較の結果、伝達効率は P 社比約 11%、Ｙ社比約６%の向上でした。Ｙ社とＰ社の向上率の違いは純正品の品質の違いです。

アシストユニットの耐久テストは 15T 装着車で 3000km を越え、試走を終了しました。

※15T テストでパナソニック製ハリヤの場合では許容負荷がノーマル比約 150%を越えた当たりでモータは過負荷を検出し停止するようです。脚力、使用条件で異なりますが、公道外用途でもアシストギヤ交換時の特性表を参考にリヤスプロケット歯数を選定して下さい。ヤマハ製ユニットもノーマル比 167%で過負荷停止は発生したと報告がありました。

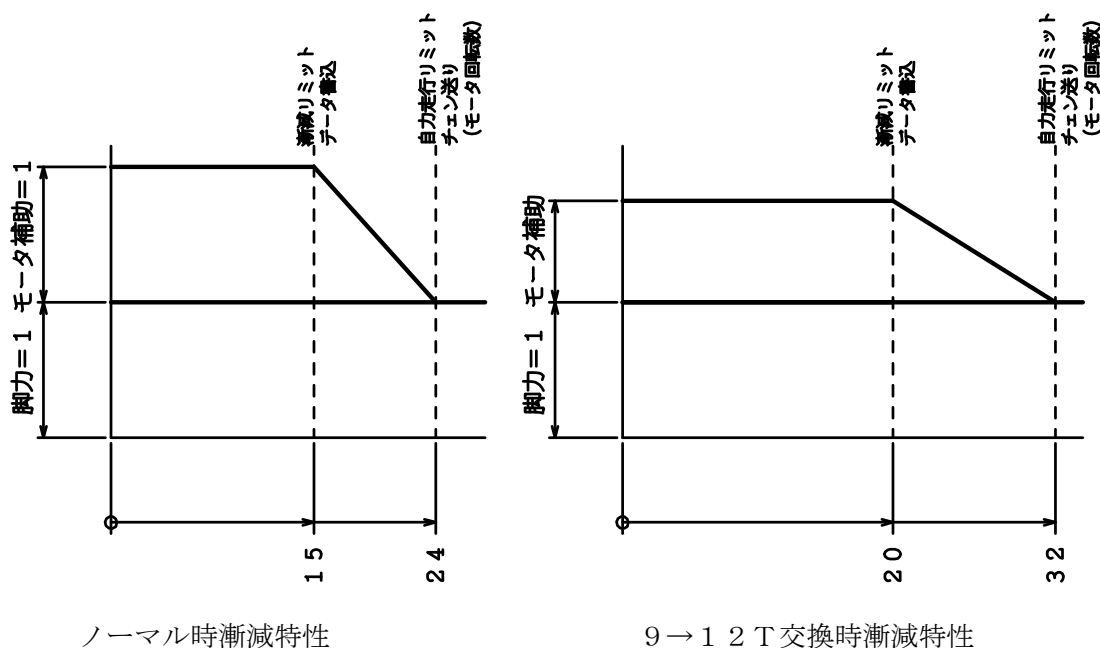
◎新規格車互換について

ジェッター、VIVI 系、ハリヤ、

City 系、ベガス、※ブレイス、※リアルストリーム

※車種はテンション形状が旧車種と異なる様です。各自対応下さい。

アシスト原理と特性表の補足（09.1013 追加、変更分）

ノーマル時漸減特性　　　９→１２Ｔ交換時漸減特性

漸減リミット、自力走行開始リミットは、実際のケイデンスとは関係なく、各車種の諸条件で設定されているようです。ケイデンスを検出しているのであれば、アシストギヤを交換した場合でも漸減リミットがシフトすることはありません。又自走開始リミットは時速２４ｋｍ／ｈ以上の速度にならないようにモータの回転数を決めているだけで、実際には２４ｋｍ／ｈ以上でもクランクトルクを検出すればモータは回転しています。この時、人力側（チェンリング）のチェン送り速度が早い為、モータの動力はチェンに伝達せず、空転していると考えられます。以上が筆者の推測です。

又、モータの補助力はやはりモータトルクと考えられます。１：１比車で時速１８ｋｍ／ｈで上っていた坂道が、モータトルクが減少しても脚力の勝っている人は早い速度で走行出来るので楽に上れたと感じます。逆にモータアシストに頼っていた人は、トルクの減少で辛く感じます。

漸減リミットは、ノーマル車のチェンリング、アシストギヤ、後輪ギヤのギヤ比の増加分シフトすると考えられます。

アシストギヤ車種別特性表（10.04.12 追加、10.04.13 訂正）

| 旧規格　車種(改造内容) | Aギヤ | Rギヤ(小) | アシスト漸減開始時 | | | 自走開始時 | | 25Km/h走行時 | | ケイデンス66prm時 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 速度 | ケイデンス | 補助率 | 速度 | ケイデンス | ケイデンス | 補助率 | 速度 | 補助率 |
| PAS City(27'内装3段ノーマル車) | 9 | 21 | 15.0km/h | 43.7rpm | 53.9% | 24.0km/h | 69.9rpm | 72.8rpm | 0.0% | 22.7km/h | 8.0% |
| PAS City(A11T改) | 11 | 21 | 18.3km/h | 53.4rpm | 44.1% | 29.3km/h | 85.4rpm | 72.8rpm | 17.4% | 22.7km/h | 26.7% |
| PAS City(A12T改) | 12 | 21 | 20.0km/h | 58.3rpm | 40.4% | 32.0km/h | 93.2rpm | 72.8rpm | 23.6% | 22.7km/h | 31.4% |
| PAS City(A13T改) | 13 | 21 | 21.7km/h | 63.1rpm | 37.3% | 34.7km/h | 101.0rpm | 72.8rpm | 27.7% | 22.7km/h | 34.4% |
| PAS City(A9T+R16T改) | 9 | 16 | 19.7km/h | 43.7rpm | 31.3% | 31.5km/h | 53.3rpm | 42.3rpm | 17.2% | 29.7km/h | 4.7% |
| PAS City(A11T+R16T改) | 11 | 16 | 24.1km/h | 53.4rpm | 25.6% | 38.5km/h | 65.1rpm | 42.3rpm | 23.9% | 29.7km/h | 15.5% |
| PAS City(A12T+R16T改) | 12 | 16 | 26.3km/h | 58.3rpm | 23.4% | 42.0km/h | 71.0rpm | 42.3rpm | 23.4% | 29.7km/h | 18.2% |
| PAS City(A13T+R16T改) | 13 | 16 | 28.4km/h | 63.1rpm | 21.6% | 45.5km/h | 76.9rpm | 42.3rpm | 21.6% | 29.7km/h | 20.0% |
| ハリヤ　EPH672(ノーマル) | 9 | 14 | 15.0km/h | 41.2rpm | 50.0% | 24.0km/h | 66.0rpm | 68.7rpm | 0.0% | 24.0km/h | 0.0% |
| ハリヤ　EPH672(A11T化) | 11 | 14 | 18.3km/h | 50.4rpm | 40.9% | 29.3km/h | 80.6rpm | 68.7rpm | 16.1% | 24.0km/h | 19.8% |
| ハリヤ　EPH672(A12T化) | 12 | 14 | 20.0km/h | 55.0rpm | 37.5% | 32.0km/h | 88.0rpm | 68.7rpm | 21.9% | 24.0km/h | 25.0% |
| ハリヤ　EPH672(A14T化) | 14 | 14 | 23.3km/h | 64.1rpm | 32.1% | 37.3km/h | 102.6rpm | 68.7rpm | 28.3% | 24.0km/h | 30.6% |
| ハリヤ　EPH672(R11～28T化) | 9 | 11 | 19.1km/h | 41.2rpm | 39.3% | 30.5km/h | 66.0rpm | 54.0rpm | 19.0% | 30.6km/h | 0.0% |
| ハリヤ　EPH672(A12T＋R11～28T化) | 12 | 11 | 25.5km/h | 55.0rpm | 29.5% | 40.7km/h | 88.0rpm | 54.0rpm | 29.5% | 30.6km/h | 19.6% |
| ハリヤ　EPH672(A12T+Capreo化) | 12 | 9 | 31.1km/h | 55.0rpm | 24.1% | 49.8km/h | 88.0rpm | 44.2rpm | 24.1% | 37.3km/h | 16.1% |
| ハリヤ　EPH672(A14T+Capreo化) | 14 | 9 | 36.3km/h | 64.1rpm | 20.7% | 58.1km/h | 102.6rpm | 44.2rpm | 20.7% | 37.3km/h | 19.7% |
| ブレイス･リアルストリーム(ノーマル) | 9 | 20 | 15.0km/h | 36.8rpm | 48.8% | 24.0km/h | 58.8rpm | 61.3rpm | 0.0% | 26.9km/h | 0.0% |
| ブレイス(A11T改) | 11 | 20 | 18.3km/h | 44.9rpm | 39.9% | 29.3km/h | 71.9rpm | 61.3rpm | 15.7% | 26.9km/h | 8.7% |
| ブレイス(A12T改) | 12 | 20 | 20.0km/h | 49.0rpm | 36.6% | 32.0km/h | 78.4rpm | 61.3rpm | 21.3% | 26.9km/h | 15.4% |
| ブレイス(A13T改) | 13 | 20 | 21.7km/h | 53.1rpm | 33.8% | 34.7km/h | 84.9rpm | 61.3rpm | 25.1% | 26.9km/h | 20.1% |
| ブレイス(R16T改) | 9 | 16 | 18.8km/h | 36.8rpm | 31.2% | 30.0km/h | 58.8rpm | 49.0rpm | 13.9% | 33.7km/h | 0.0% |
| ブレイス(A11T+R16T改) | 11 | 16 | 22.9km/h | 44.9rpm | 25.5% | 36.7km/h | 71.9rpm | 49.0rpm | 21.7% | 33.7km/h | 5.6% |
| ブレイス(A12T+R16T改) | 12 | 16 | 25.0km/h | 49.0rpm | 23.4% | 40.0km/h | 78.4rpm | 49.0rpm | 23.4% | 33.7km/h | 9.9% |
| ブレイス(A13T+R16T改) | 13 | 16 | 27.1km/h | 53.1rpm | 21.6% | 43.3km/h | 84.9rpm | 49.0rpm | 21.6% | 33.7km/h | 12.9% |

※速度、ケイデンス、補助率は各車共にトップギヤ時の値を推測しています。

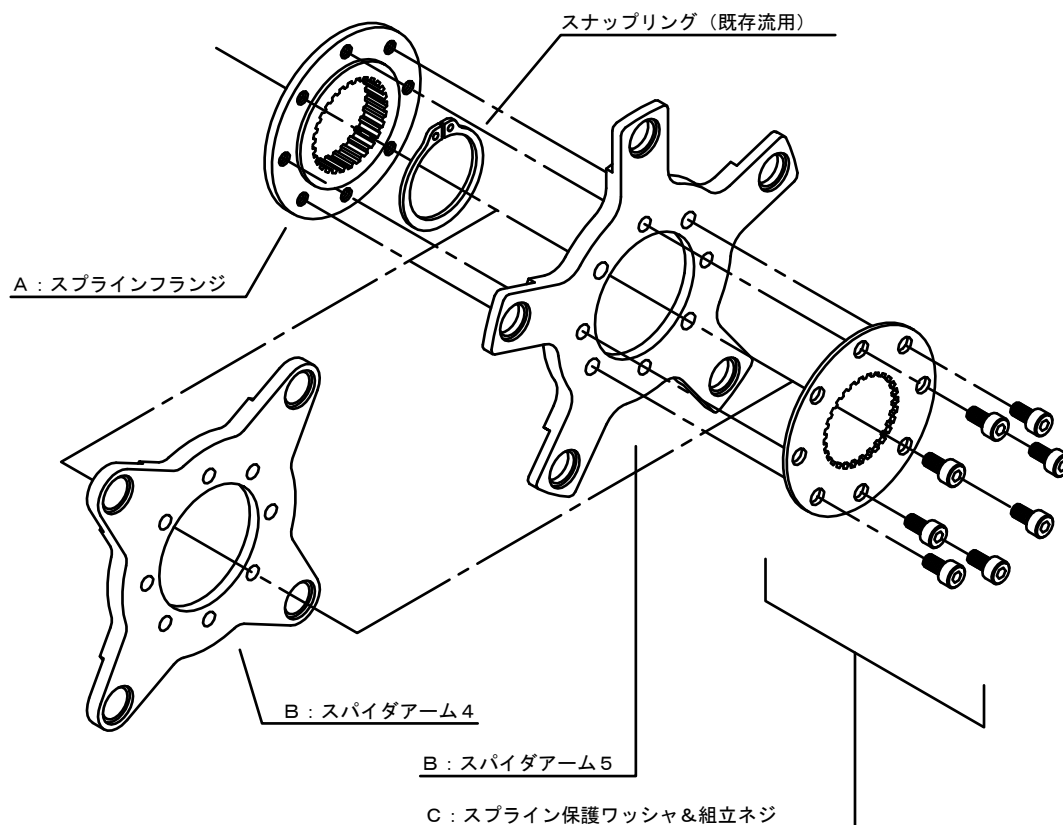
※ノーマル車の補助率は、PAS City、ハリヤは 1 速時、ブレイスは 5 速時に補助率 100%として、ギヤ比より算出しています。どの車輌も、15km/h まで補助率 100%、24Km/h で補助率 0%と仮定して計算した理論値で、実測値ではありません。

※ブレイスはリアルストリームも含みを、SPS については未改造で算出しています。

※A ギヤはアシストギヤ、R ギヤは後輪スプロケットを表し、数値は歯数を示します。

※この表はあくまで理論値で、モータの許容負荷を超えたギヤ比では、本表の補助率は低下していると考えられ、正否についても不問とし、参考値として下さい。

チェンリングキットの説明

（1） パーツリスト　REV.1.1

| 区分 | 品名 | 備考 | 付属数 |
|---|---|---|---|
| Ａ | スプラインフランジ | 材質：SUS　品番：Y440-1150（リアルストリーム用） | 1 |
| Ａ | スプラインフランジ | 材質：SUS　品番：P440-1150（ハリヤ用） | 1 |
| Ｂ | スパイダアーム4 | 材質：A7075　品番：P440-1141（PCD104 シマノ製 DEORE チェンガードタイプリング互換） | 1 |
| Ｂ | スパイダアーム５ | 材質：A7075　品番：P440-1151（PCD110 スギノ製リング互換） | 1 |
| Ｃ | スプライン補強ワッシャ(オプション) | 材質：SUS　品番：P440-1152（CSM4X8　８本） | 1 |

スパイダアーム５はチェンリングをスギノ製（ＰＣＤ１１０）のセンタギヤで設計しています。他に、タイオガセンタギヤ、シマノ SG ギヤ、BMX 用 5 穴等が取り付けられると思いますが、チェンラインについてはスギノのみ確認しています。

スパイダアーム４はチェンリングをシマノ Deore（ＰＣＤ１０４）にて設計しています。リングにチェン脱落防止の突起がありますので注意が必要です。チェンガードタイプですと突起は有りません。

## （２）交換方法

◎交換作業に必要な工具、パーツ

１．プラスドライバー　クランクカバーを取り外すのに必要

２．コッタレス工具&スパナセット　クランクの脱着に必要

３．六角レンチセット　チェンリングユニット組立に必要

４．スナップリングプライヤー　止め輪の脱着に必要

５．チェンリング、フィキシングボルト、チェーン等

◎交換手順

１．クランクカバー（チェンガイド）を取り外します。

２．コッタレス工具を使って右側クランクを取り外します。

３．車種によって異なりますがスプライン軸の止め輪を取り外します。

４．チェンを外し、純正チェンリングをスプライン軸より取り外します。

５．スプライン軸にフランジをはめ込み先に外した止め輪を取り付け、固定して下さい。ヤマハ製の止め輪は工具を使って取り付けます。パナソニック製は手で押し込み固定できます。

６．チェンリングアダプタとチェンリングを組み付けます。

注１）ＢＳリアルストリームの場合

ここのドライブケースボルトを低頭品と交換しないとチェンリングと緩衝します。

ドライブケースの写真ボルトと、チェンリング固定フィキシングナットが緩衝します。低頭ボルトに交換が必要です。

注２）パナソニックハリヤの場合

44Ｔ取付の場合チェンリングと金具が緩衝します。金具の加工（ヤスリガケ）が必要です。

別途で専用金具も御用意できます。

注３）どちらもチェンカバーの内側金具の取付位置を調整することで外装樹脂カバーの緩衝は無く使用できました。（参考）注意点、４４Ｔ取付は各車個体差があるため各箇所の緩衝については自己責任として下さい。

７．チェンをチェンリングに掛けます。又は貼り替えます

８．最後に各箇所の増し締めを行った後、クランクとチェンカバーを取り付ければ完了します。

４４Ｔの場合は６項を参考にカバーとの緩衝の有無を確認して下さい。緩衝が有る場合は、緩衝箇所の金具の微調整を行って下さい。

どちらにしてメーカー保証外の改造の為、全て自己責任の改造、運用をして下さい。

（例）４５Ｔ以上も取り付け可能です。

モータスプライン軸とクランクスプライン軸の軸間距離を測って最大ギヤの取り付け確認をしています。５０Ｔではアシスト感覚はかなり弱くなります。

（３）バージョンの説明と補足

Rev.1.0（試作）

本書製作用試用品とオークション出品用にＰＣＤ１１０－５本アームを２台、ＰＣＤ１０４－４本アーム１台を製作しました。

Rev1.1

コストダウンの為、チェンライン調整ワッシャを不要とし、フランジでヤマハ、パナソニック用に対応しました。スプライン補強ワッシャの取り扱いをオプションとします。

※チェンリングとアシストギヤの取付最大歯数について、両歯の合計歯数で表示します。余裕無きため参考として下さい。長さはクランクとアシスト軸間です。

・パナソニック全般、2002～2006 年（120㎜）＝55 歯、2006 年～(130㎜)＝60 歯

・ヤマハブレイス系、2007 年～(133㎜)＝62 歯

（４）使用例

チェンリングアダプタユニット（５本アーム）

純正カバーを取り外し、大型チェンリング 48T と 170㎜ クランクに交換しました。アシストギヤ７Ｔと、リヤスプロケット 11Ｔ～21Ｔを組み合わせ、公道走行可能な仕様としました。これも自己解釈による自己責任の運用です。使用目的に合わせスプロケットと工具は常時持参しています。

問い合わせ先　http://www.janis.or.jp/users/dinagano/